

Evaluasi Model Perencanaan Persediaan Obat dengan Pendekatan Simulasi

Eri Wirdianto¹, Meiyola Syaflinda¹, Milana^{2*}

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

²Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*Corresponding author, e-mail: milana@ft.unp.ac.id

Abstrak— Permasalahan yang dihadapi apotek saat ini yaitu masalah persediaan obat dimana terdapat beberapa jenis obat yang persediaannya tidak bisa memenuhi kebutuhan konsumen tetapi terkadang mengalami kelebihan stok. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan metode terbaik dalam menentukan kuantitas persediaan obat dengan kriteria *service level* tertinggi dan *total cost* terendah. Pada pengklasifikasian obat berdasarkan analisis ABC, obat yang dipilih hanya obat yang masuk ke dalam kategori A dan 10 jenis obat termahal. Setelah itu dilakukan perhitungan nilai persediaan dengan menggunakan tiga metode yaitu EOQ, *Joint Replenishment*, dan Sistem (Q,r). Evaluasi untuk ketiga metode tersebut menggunakan pendekatan simulasi. Model simulasi ini dibangun dengan cara memasukkan pola-pola permintaan untuk masing-masing obat serta memasukkan nilai persediaan untuk masing-masing metode yang telah dihitung sebelumnya. Dari hasil perhitungan dengan pendekatan simulasi untuk masing-masing metode didapatkan perbandingan nilai *total cost* dan *service level*. Nilai *service level* tertinggi dan *total cost* terendah untuk hasil perhitungan dan hasil simulasi memiliki hasil yang sama yaitu metode *Joint Replenishment*.

Kata Kunci : perencanaan persediaan, apotek, simulasi, stock out, service level

Abstract— The problem faced by the pharmacy today is the problem of drug supply where there are some drugs that cannot meet the needs of consumers (stock out) but sometimes overstock. This study aims to recommend the best method in determining the quantity of stock of drugs to improve service level at the lowest total cost. The steps taken in solving the problem of drug supply are based on ABC analysis. The selected drugs are the drugs that fall into category A and the 10 most expensive types of drugs. After that, the inventory value is calculated using three methods, namely EOQ, *Joint Replenishment*, and System (Q,r). The evaluation is conducted for these three methods using a simulation approach. This simulation model is built by entering the demand patterns for each drug and entering inventory values for each method that has been previously calculated. After that, the best method with the highest service level criteria and the lowest total cost is chosen. The highest service level value and the lowest total cost for the calculation and simulation results showed the same result, which is *Joint Replenishment* method.

Keywords : inventory planning, pharmacy, simulation, stock out, service level



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2019 by Author and Universitas Negeri Padang

I. PENDAHULUAN

Persediaan merupakan suatu sumber daya menganggur yang disediakan untuk memenuhi permintaan dari pelanggan. Tanpa adanya persediaan, suatu usaha akan menghadapi resiko pada waktu tertentu tidak dapat memenuhi keinginan pelanggan yang memerlukan atau meminta barang. Oleh karena itu persediaan

menjadi masalah penting yang harus diselesaikan oleh perusahaan. Salah satu upaya dalam mengantisipasi masalah persediaan ini yaitu dengan mengadakan sistem pengendalian pada persediaan. Tujuan utama dari pengendalian persediaan adalah untuk menjaga tingkat persediaan suatu barang pada tingkat optimal dengan resiko sekecil mungkin [1].

Manajemen persediaan yang baik dapat menjadi

senjata baru bagi perusahaan dalam menghadapi konsumen. Kadang kala lebih dari 50% produk yang disimpan adalah produk yang jarang sekali permintaannya. Hal ini harus menjadi pertimbangan untuk menentukan jumlah persediaan yang tepat untuk produk-produk tersebut. Apabila hal ini dibiarkan, maka akan merugikan perusahaan karena banyak dana yang tertanam dalam produk tersebut. Pada kenyataannya, menjaga persediaan bukanlah hal yang mudah apalagi melibatkan jumlah item yang banyak. Sangat sulit menyelesaikan persoalan kapan dan berapa item yang harus dibeli. Diperlukan keputusan yang tepat dalam penentuan kebijakan sistem persediaan yang sesuai untuk perusahaan. Salah satu jenis produk yang memiliki banyak jumlah item yaitu obat.

Obat merupakan komponen yang sangat penting dalam upaya pelayanan kesehatan untuk masyarakat. Obat berfungsi sebagai komponen utama dalam penyembuhan penyakit. Ketersediaan dan kualitas obat harus selalu terjaga sebagai salah satu jaminan terhadap kualitas layanan kesehatan yang diberikan kepada pelanggan [2]. Oleh karena itu, persediaan obat harus maksimal dalam memenuhi setiap kebutuhan. Keberadaan obat merupakan kondisi pokok yang harus terjaga ketersediaannya.

Apotek merupakan tempat dimana obat bisa diperjualbelikan kepada konsumen yang membutuhkan. Setiap pasien yang menerima resep obat dari dokter akan mengambil atau membeli obat sesuai dengan resep dokter tersebut di apotek yang ada di rumah sakit tempat dia berobat. Apotek akan selalu memerlukan persediaan obat untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Selain itu, tujuan persediaan obat adalah untuk menjaga pelayanan obat di apotek tetap berjalan dengan baik.

Penelitian terhadap sistem persediaan obat ini bertujuan untuk menentukan kebijakan persediaan (jumlah pemesanan optimal, titik pemesanan kembali, interval waktu pemesanan), serta menghitung nilai *total cost* dan *service level* dari obat-obat yang digunakan. Pendekatan yang dilakukan menggunakan tiga metode yaitu *Economic Order Quantity* (EOQ), *Joint Replenishment*, dan Sistem (Q,r) serta mengevaluasi ketiga metode perencanaan persediaan dengan pendekatan simulasi untuk memilih metode terbaik dengan kriteria nilai *service level* tertinggi dan *total cost* terendah.

II. METODE

A. Pemilihan Metode

Metode EOQ merupakan model persediaan sederhana yang bertujuan untuk menentukan ukuran pemesanan yang paling ekonomis yang dapat meminimasi biaya-biaya dalam persediaan [3,4]. Sementara itu, *Joint Replenishment* merupakan metode pemesanan beberapa item secara simultan sehingga dapat mengurangi biaya pemesanan [5]. Sedangkan pada Sistem (Q,r), pemesanan kembali dilakukan apabila posisi persediaan sudah sama dengan atau lebih kecil dari titik pemesanan kembali [6]. Pada metode ini, kuantitas pemesanan selalu tetap sedangkan jarak waktu pemesanan akan berubah-ubah sesuai posisi persediaan.

Ketiga metode perencanaan persediaan ini dipilih berdasarkan metode persediaan yang ada yaitu metode persediaan deterministik dan probabilistik. Untuk model persediaan deterministik digunakan metode EOQ dimana metode EOQ ini merupakan metode perencanaan persediaan yang umum dan sering digunakan. Selanjutnya untuk perencanaan persediaan probabilistik, metode yang digunakan adalah *Joint Replenishment*. Metode ini menggabungkan pemesanan produk sehingga dapat menghemat biaya pemesanan. Sedangkan untuk sistem Q digunakan metode (Q,r). Metode (Q,r) digunakan karena banyak dipakai pada permasalahan stokastik. Hal ini disebabkan pada sistem (Q,r) dilakukan pemeriksaan secara terus menerus sehingga dapat meminimalkan kemungkinan untuk terjadinya *stockout*. Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan ketiga metode di atas, maka dilakukan evaluasi untuk ketiga metode tersebut dengan pendekatan simulasi.

B. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian evaluasi model perencanaan persediaan obat yaitu sebagai berikut:

1. Tahap survei pendahuluan dan studi literatur
Survei pendahuluan dilakukan dengan melakukan survei sistem di apotek Rumah Sakit X. Survei ini terdiri dari observasi sistem dan wawancara dengan apoteker. Survei sistem dilakukan untuk mendapatkan gambaran dan informasi mengenai sistem persediaan obat di apotek Rumah Sakit X. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi-referensi yang dapat dijadikan sebagai pedoman dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Identifikasi masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana cara menentukan metode terbaik dalam menentukan kuantitas persediaan obat dengan kriteria meningkatkan *service level* dan *total cost* terendah.

3. Perancangan model simulasi

Tahapan perancangan model simulasi terdiri dari:

a. Penentuan parameter model

Data untuk parameter yang digunakan dalam pembuatan model simulasi terdiri dari: kuantitas permintaan obat, waktu antar kedatangan permintaan obat, kuantitas persediaan obat, kuantitas pemesanan optimal masing-masing metode, kuantitas *Reorder Point* (ROP) masing-masing metode, dan *leadtime* pengiriman obat oleh supplier.

b. Analisis data input

Data input yang digunakan dalam model simulasi yaitu tingkat kedatangan permintaan dan waktu antar kedatangan permintaan obat. Distribusi yang digunakan untuk kedua data tersebut yaitu distribusi diskrit. Hal ini dikarenakan interval waktu yang digunakan pada sistem yaitu bersifat diskrit.

c. Verifikasi model simulasi

Proses verifikasi dilakukan dengan *debugging* terhadap program simulasi yang telah dibuat untuk mendeteksi kesalahan-kesalahan yang terdapat dalam konfigurasi program. Verifikasi juga dilakukan dengan uji coba input nilai konstan terhadap distribusi yang digunakan dan dengan melihat animasi pada model simulasi.

d. Validasi model simulasi

Metode yang digunakan untuk validasi terdiri dari *black box validation* dan *white box validation*. *Black box validation* dilakukan dengan membandingkan output model dengan data aktual sedangkan *white box validation* dengan memperhatikan struktur internal dari model tersebut terhadap struktur sistem yang sebenarnya.

4. Hasil dan pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis dan pembahasan mengenai hasil perhitungan dan hasil evaluasi dengan Arena®.

5. Kesimpulan dan saran

Tahapan terakhir adalah pembuatan kesimpulan yang memuat seluruh rangkuman hasil yang diperoleh dan saran untuk penelitian selanjutnya

Naskah berupa hasil penelitian atau review yang belum pernah diterbitkan di publikasi lain. Bahasa yang digunakan adalah Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris. Jika menggunakan Bahasa Indonesia, gunakanlah Bahasa Indonesia baku. Jika terpaksa menggunakan istilah dalam bahasa Inggris, gunakan huruf miring (*italic*).

Hindari penggunaan singkatan pada judul naskah, kecuali singkatan yang sudah sangat umum digunakan. Tulis kepanjangan dari suatu singkatan saat pertama kali muncul.

Satuan yang digunakan sebisa mungkin mengikuti Standar Internasional MKS. Hindari pencampuran satuan MKS dan CGS guna menghindari kesalahpahaman.

Persamaan yang ditampilkan harus diberi penomoran dengan kurung dan diketik menggunakan *equation editor*, seperti ditunjukkan pada persamaan beda potensial antara titik B (V_B) dan A (V_A) pada (1)

$$V_B - V_A = - \int_B^A \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} \quad (1)$$

Dimana \mathbf{E} adalah vektor medan listrik dan $d\mathbf{s}$ adalah lintasan antara A dan B. Pastikan semua variable pada persamaan didefinisikan dengan baik sebelum penulisan persamaan atau segera setelah persamaan ditulis.

III. PERANCANGAN MODEL SIMULASI

A. Model Konseptual

Perancangan model simulasi untuk evaluasi model perencanaan persediaan obat pada penelitian ini diselesaikan dengan menggunakan software *Microsoft Excel* dan *Arena*®. Software *Microsoft Excel* ini digunakan pada proses inialisasi yang terdiri dari beberapa langkah yaitu mulai dari pengumpulan data hingga pengolahan data dengan menggunakan tiga metode perencanaan persediaan yang telah dijelaskan sebelumnya. Setelah itu dilakukan perancangan model simulasi dengan *Arena*® dimana input untuk *Arena*® ini adalah hasil perhitungan dari *Microsoft Excel* yang telah diselesaikan sebelumnya. Kemudian output dari *Arena*® ini akan dibaca kembali oleh *Microsoft Excel*.

B. Proses Inialisasi

Proses inialisasi ini terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut.

1. Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan untuk melakukan analisis dan pemilihan metode dalam

menentukan kuantitas persediaan obat pada Rumah Sakit X yaitu sebagai berikut: data permintaan obat selama tahun 2017, data jumlah persediaan obat selama tahun 2017, data obat yang mengalami *stockout* selama tahun 2017 dan biaya-biaya persediaan obat yang berlaku pada saat pengumpulan data.

2. Pengelompokan produk

Pengelompokan produk ini dilakukan berdasarkan analisis ABC dengan kriteria nilai permintaan dan harga produk. Kriteria pengelompokan obat-obatan berdasarkan kriteria nilai permintaan dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan pengelompokan produk berdasarkan harga termahal ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Rekapitulasi pengklasifikasian obat-obatan berdasarkan nilai permintaan

| Klasifikasi | Jumlah Item | Total Nilai Permintaan (Rp) | Persentase Nilai Permintaan |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| A | 85 | Rp 18,501,134,771.03 | 79.74% |
| B | 133 | Rp 3,377,849,422.81 | 14.56% |
| C | 283 | Rp 1,324,218,474.16 | 5.71% |
| Jumlah | 501 | Rp 23,203,202,668.00 | 100% |

Tabel 2. Rekapitulasi 10 jenis obat termahal

| No | Kode Produk | Nama Obat | Satuan | Kemasan | Harga Beli |
|----|-------------|--------------------------------------|-------------------|---------|------------|
| 1 | B05008 | Epinephrine 20 mg/ 2 mL | Cairan Injeksi | Vial | Rp 455,290 |
| 2 | B05004 | Insulin 100 UI/mL | Larutan | Vial | Rp 380,270 |
| 3 | A04009 | Vaksin jerap 5 mL | Larutan | Vial | Rp 376,572 |
| 4 | A04009 | Fentanyl 100 mcg | Injeksi Infus | Vial | Rp 346,500 |
| 5 | F50002 | Levothyroxine 500 mcg | Inhalasi Aerosol | Vial | Rp 343,200 |
| 6 | B05051 | Tebokan Spesial tss | 30 Tablet | Box | Rp 343,090 |
| 7 | B05051 | Meropros 1 g Serbuk inj/1 vial @ 1 g | Serbuk Injeksi | Vial | Rp 314,380 |
| 8 | A05005 | Vaksin polio 50 mL | Larutan | Vial | Rp 294,800 |
| 9 | A05047 | Fluticasone 0,05 % | Serbuk Injeksi | Vial | Rp 284,900 |
| 10 | B05051 | Fluticasone 50 mcg | Injeksi Intravena | Vial | Rp 269,500 |

3. Perhitungan nilai kebijakan persediaan dan konsekuensi *service level* dan *total cost* masing-masing metode

a. Metode EOQ

Jumlah pemesanan optimal pada metode EOQ dapat dihitung dengan persamaan [3]:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2CR}{PF}} \quad (1)$$

Nilai *total cost* dapat dihitung dengan persamaan [3]:

$$TC(Q) = PR + \frac{CR}{Q} + \frac{HQ}{2} \quad (2)$$

Hasil perhitungan nilai kebijakan persediaan dengan metode EOQ dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Nilai Kebijakan Persediaan dengan Metode EOQ

| Q | OP | OS | OK | TC | ROP | SL |
|----|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----|-----|
| 41 | Rp 1,819,331.69 | Rp 1,852,733.26 | Rp 3,125,545.94 | Rp 7,174,182.69 | 31 | 84% |
| 43 | Rp 1,784,197.88 | Rp 1,787,940.00 | Rp 17,948,700.00 | Rp 21,520,837.88 | 32 | 76% |
| 50 | Rp 1,645,004.24 | Rp 1,709,400.00 | Rp 47,720,750.00 | Rp 51,075,154.24 | 34 | 84% |
| 40 | Rp 1,566,750.88 | Rp 1,646,832.00 | Rp 16,811,410.00 | Rp 20,024,992.88 | 26 | 83% |
| 68 | Rp 1,433,694.02 | Rp 1,433,969.86 | Rp 11,053,517.64 | Rp 13,921,181.52 | 40 | 87% |
| 37 | Rp 1,292,806.01 | Rp 1,308,912.00 | Rp 5,276,920.00 | Rp 7,878,638.01 | 20 | 87% |
| 41 | Rp 1,258,729.02 | Rp 1,303,750.80 | Rp - | Rp 2,562,479.82 | 21 | 86% |
| 44 | Rp 1,271,499.13 | Rp 1,272,416.64 | Rp - | Rp 2,543,915.77 | 23 | 86% |
| 66 | Rp 1,087,014.37 | Rp 1,089,000.00 | Rp 8,813,750.00 | Rp 10,989,764.37 | 29 | 85% |
| 45 | Rp 963,253.66 | Rp 980,100.00 | Rp 6,588,450.00 | Rp 8,531,803.66 | 18 | 88% |
| 35 | Rp 934,081.86 | Rp 970,200.00 | Rp - | Rp 1,904,281.86 | 13 | 87% |
| 82 | Rp 911,497.55 | Rp 928,699.20 | Rp 7,720,284.00 | Rp 9,560,480.75 | 31 | 90% |

b. Metode *Joint Replenishment*

Nilai pemesanan optimal dihitung dengan persamaan [7]:

$$Q_s^* = \sqrt{\frac{2(S + \sum s_i)A}{k}} \quad (3)$$

Nilai pemesanan optimal per item dihitung dengan persamaan [7]:

$$Q_{s_i}^* = \left(\frac{a_i}{A}\right) Q_s^* \quad (4)$$

Kuantitas pemesanan optimal per item dalam satu unit dihitung dengan persamaan [7]:

$$Q_s^* = \frac{Q_{s_i}^*}{C_i} \quad (5)$$

Interval pemesanan persamaan adalah [7]:

$$T = \frac{1}{N} = \frac{1}{\frac{A}{Q_s^*}} = \frac{Q_s^*}{A} \quad (6)$$

Rekapitulasi perhitungan nilai persediaan berdasarkan metode *Joint Replenishment* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Kebijakan Persediaan dengan Metode JR

| Q* | T Hari | OP | OS | OK | TC | SL |
|----|--------|---------------|---------------|------------------|------------------|-----|
| 13 | 2 | Rp 191,263.08 | Rp 587,452.01 | Rp 3,125,545.94 | Rp 4,280,832.82 | 99% |
| 14 | 2 | Rp 182,667.88 | Rp 582,120.00 | Rp 17,948,700.00 | Rp 19,059,987.88 | 99% |
| 15 | 2 | Rp 182,778.25 | Rp 512,820.00 | Rp 47,720,750.00 | Rp 48,701,248.25 | 99% |
| 11 | 2 | Rp 189,909.20 | Rp 452,878.80 | Rp 16,811,410.00 | Rp 17,797,288.00 | 99% |
| 17 | 2 | Rp 191,159.20 | Rp 358,492.46 | Rp 11,053,517.64 | Rp 11,778,900.91 | 99% |
| 9 | 2 | Rp 177,162.31 | Rp 318,384.00 | Rp 5,276,920.00 | Rp 6,067,266.31 | 99% |
| 9 | 2 | Rp 191,140.33 | Rp 286,189.20 | Rp - | Rp 742,319.53 | 99% |
| 10 | 2 | Rp 186,486.54 | Rp 289,185.60 | Rp - | Rp 716,660.14 | 99% |
| 13 | 2 | Rp 183,956.28 | Rp 214,500.00 | Rp 8,813,750.00 | Rp 9,349,706.28 | 99% |
| 8 | 2 | Rp 180,610.06 | Rp 174,240.00 | Rp 6,588,450.00 | Rp 7,124,800.06 | 99% |
| 6 | 2 | Rp 181,627.03 | Rp 166,320.00 | Rp - | Rp 578,947.03 | 99% |
| 13 | 2 | Rp 191,648.20 | Rp 147,232.80 | Rp 7,720,284.00 | Rp 8,153,545.00 | 99% |

c. Metode Sistem (Q,r)

Q_1 dihitung menggunakan persamaan [8]:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2DB}{h}} \quad (7)$$

Nilai dari r_1 dihitung dengan memasukkan Q_1 pada persamaan [8]:

$$\alpha = \frac{hQ}{S_{o,D}}; r = Z_{\alpha} \cdot \sigma_L + \mu \quad (8)$$

Nilai $M(r_1)$ dihitung, dengan memasukkan nilai r_1 ke persamaan [8]:

$$M(r_1) = \sigma_L f\left(\frac{r-\mu}{\sigma_L}\right) + \sigma_L \left(\frac{\mu-r}{\sigma_L}\right) \left(\frac{r-\mu}{\sigma_L}\right) \quad (9)$$

Gunakan $M(r_1)$ ini untuk mendapatkan Q_2 dalam persamaan [8]:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D_i(B_i + S_o)M_i}{h_i}} \quad (10)$$

Nilai r_2 dihitung seperti pada langkah kedua. Cara ini dilanjutkan sampai nilai Q_i dan r_i menuju satu harga tertentu yang tidak berubah artinya menuju ke konvergen. Sehingga didapatkan nilai Q^* dan r^* optimal. Rekapitulasi perhitungan nilai persediaan berdasarkan metode Sistem (Q,r) dapat dilihat pada Tabel 5.

Langkah – langkah perhitungan nilai service level:

1. Menghitung besarnya nilai permintaan selama *leadtime* (M). Dimana *leadtime* pada penelitian ini konstan yaitu 3 hari.
2. Setelah dihitung permintaan selama *leadtime* untuk satu tahun maka dihitung nilai probabilitas dari masing-masing nilai permintaan untuk setiap obatnya $[P(M)]$.
3. Kemudian dihitung nilai ekspektasi nilai permintaan selama *leadtime* besar dari nilai ROP $[E(M > r)]$
Setelah didapatkan nilai $E(M > r)$ maka dihitung nilai *service level* dengan persamaan $SL_u = 1 - \frac{E(M > r)}{Q}$. Perbandingan *total cost* dan *service level* yang didapatkan dari ketiga metode dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Kebijakan Persediaan dengan Metode Sistem (Q,r)

| Q | ROP | SL | OP | OS | OK | TC |
|----|-----|-----|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| 69 | 34 | 92% | Rp 1,081,052.16 | Rp 3,118,014.50 | Rp 3,125,545.94 | Rp 7,701,184.41 |
| 72 | 36 | 86% | Rp 1,065,562.62 | Rp 2,993,760.00 | Rp 17,948,700.00 | Rp 22,354,522.62 |
| 77 | 38 | 91% | Rp 1,068,184.57 | Rp 2,632,476.00 | Rp 47,720,750.00 | Rp 51,706,310.57 |
| 65 | 30 | 91% | Rp 964,154.39 | Rp 2,676,102.00 | Rp 16,811,410.00 | Rp 20,794,756.39 |
| 94 | 46 | 92% | Rp 1,037,140.36 | Rp 1,982,252.45 | Rp 11,053,517.64 | Rp 14,248,642.04 |
| 58 | 23 | 92% | Rp 824,721.08 | Rp 2,051,808.00 | Rp 5,276,920.00 | Rp 8,448,249.08 |
| 62 | 25 | 92% | Rp 832,385.32 | Rp 1,971,525.60 | Rp - | Rp 3,068,900.92 |
| 66 | 27 | 91% | Rp 847,666.09 | Rp 1,908,624.96 | Rp - | Rp 2,997,279.05 |
| 86 | 34 | 91% | Rp 834,220.33 | Rp 1,419,000.00 | Rp 8,813,750.00 | Rp 11,204,470.33 |
| 62 | 21 | 93% | Rp 699,135.72 | Rp 1,350,360.00 | Rp 6,588,450.00 | Rp 8,819,445.72 |
| 51 | 16 | 93% | Rp 641,036.57 | Rp 1,413,720.00 | Rp - | Rp 2,285,756.57 |

Tabel 6. Perbandingan Hasil Perhitungan Ketiga Metode

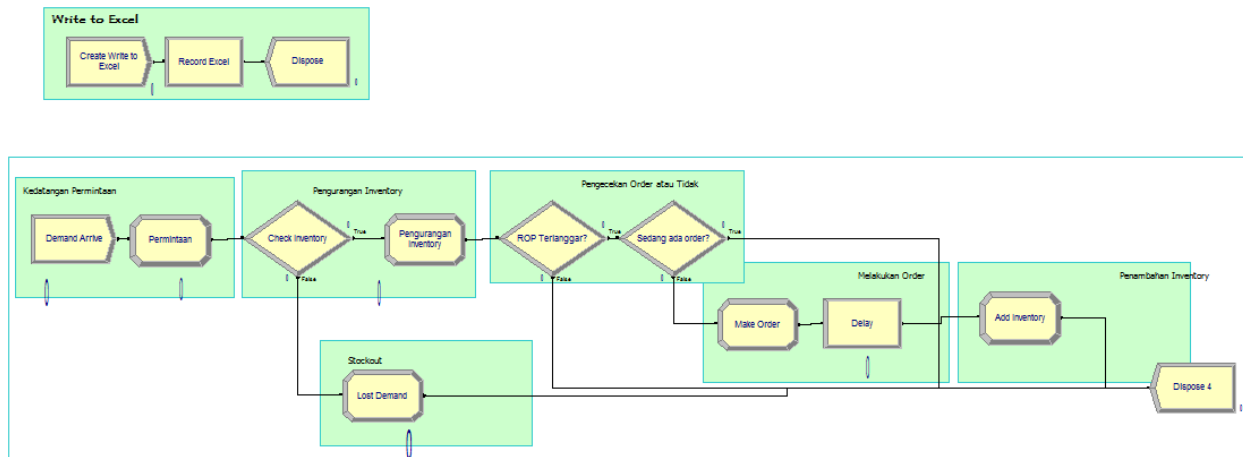
| No | Pemilihan Metode | | |
|----|------------------|-------------------|-----|
| | Metode | Total Cost | SL |
| 1 | EOQ | Rp 367,960,003.39 | 92% |
| 2 | JR | Rp 281,993,843.00 | 98% |
| 3 | Sistem Q,r | Rp 381,678,706.97 | 95% |

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa *total cost* terendah dan nilai *service level* tertinggi didapatkan pada metode *Joint Replenishment* sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa metode *Joint Replenishment* ini bisa digunakan untuk meningkatkan *service level* dan *total cost* dari apotek Rumah Sakit X.

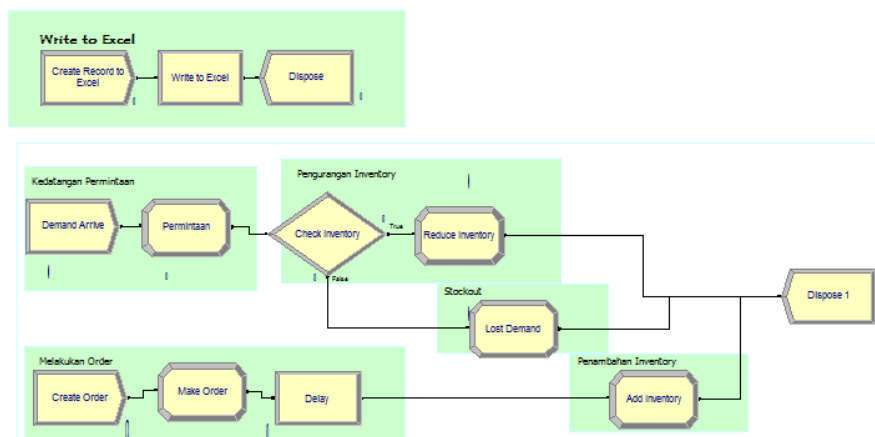
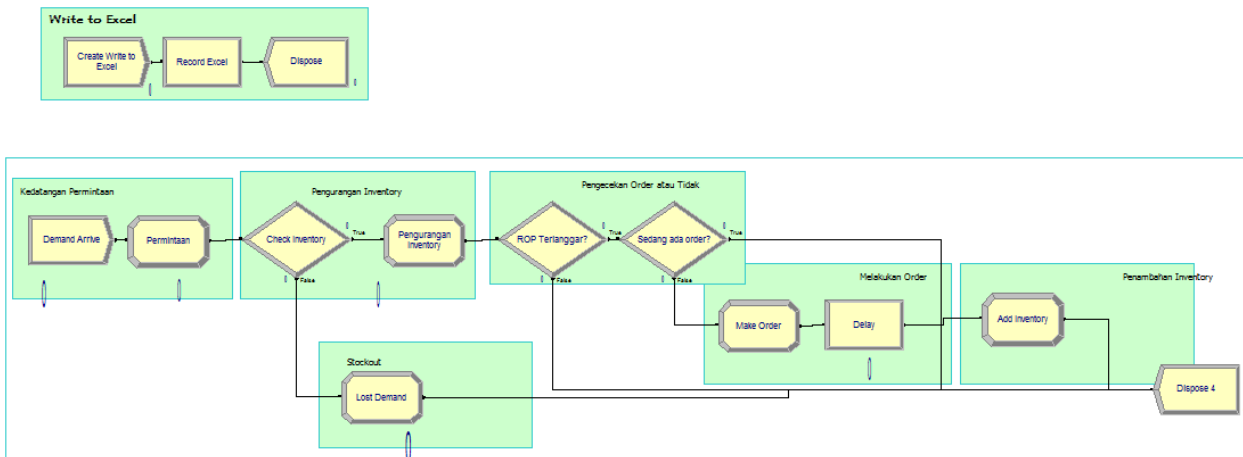
C. Model Simulasi

Logika model simulasi untuk metode EOQ dan Sistem (Q,r) secara keseluruhan sama. Hanya saja yang membedakan kedua metode ini pada *input* nilai pemesanan optimal dan nilai dari *reorder*

point untuk masing-masing obat. Sedangkan model simulasi untuk metode *Joint Replenishment* memiliki sedikit perbedaan dengan kedua metode EOQ dan Sistem (Q,r). Perbedaannya terdapat pada logika pemesanan kembali. Jika pada metode EOQ dan Sistem (Q,r) pemesanan obat dipengaruhi oleh titik *reorder point*, maka pada metode *Joint Replenishment* pemesanan obat dipengaruhi oleh interval waktu yang tetap tanpa adanya *reorder point*. Untuk lebih jelasnya model simulasi untuk metode EOQ, *Joint Replenishment*, dan Sistem (Q,r) dapat dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 3.



Gambar 1. Model Simulasi untuk Metode EOQ

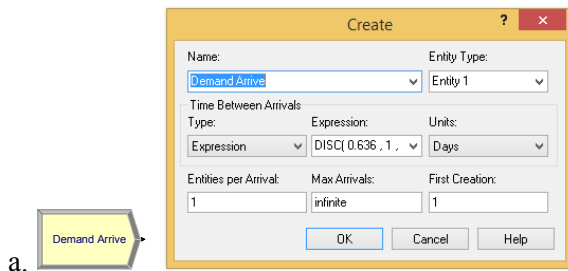
Gambar 2. Model Simulasi untuk Metode *Joint Replenishment*

Gambar 3. Model Simulasi untuk Metode Sistem (Q,r)

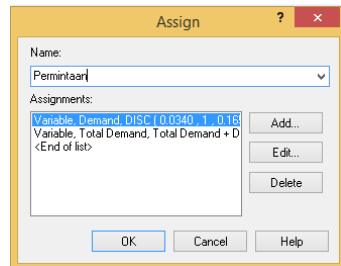
Proses yang terjadi dalam model simulasi ini dibagi atas beberapa *event*. Proses tersebut terdiri dari sebagai berikut.

1. Model logika untuk kedatangan permintaan obat

Modul yang digunakan untuk memodelkan proses ini adalah **Create – Assign** seperti pada Gambar 4.



a.



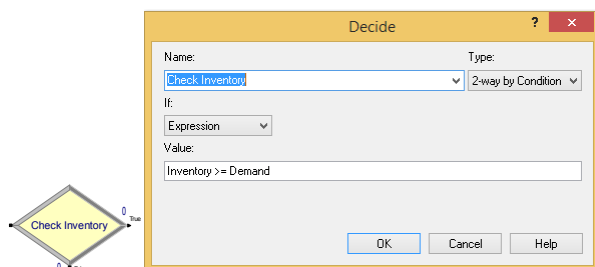
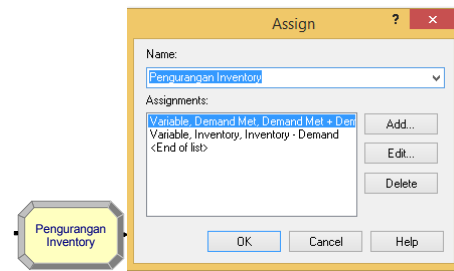
b.



Gambar 4. Logika kedatangan permintaan obat

2. Model logika untuk pengeluaran obat
Proses pengeluaran obat dilakukan jika ada permintaan terhadap obat tersebut. Jika ada permintaan maka terdapat proses pemilihan dengan menggunakan modul **Decide**, dimana ada dua pilihan yaitu sebagai berikut.
 - a. Jika permintaan obat \leq persediaan maka obat yang diminta akan dikeluarkan sebanyak permintaan.
 - b. Jika permintaan obat $>$ persediaan maka obat yang diminta tidak akan dikeluarkan dan dilakukan perhitungan jumlah *stockout*. Untuk proses *stockout* ini dapat dijelaskan pada bagian *stockout*.

Modul Assign akan mengurangi persediaan berdasarkan jumlah yang diminta. Proses pengeluaran obat dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

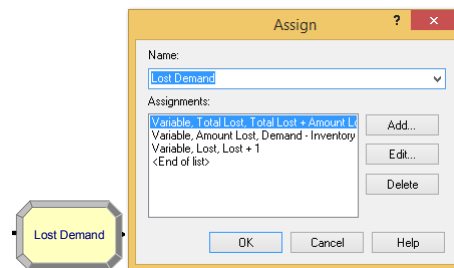
Gambar 5. Logika pengecekan *inventory*

Gambar 6. Logika pengeluaran obat

Gambar 6 menjelaskan bahwa proses pengeluaran obat dimulai dari modul **Decide** dimana modul **Decide** akan melihat posisi *inventory* dari obat. Jika permintaan obat lebih kecil dari *inventory* maka obat akan dikeluarkan melalui modul **Assign**.

3. Model logika untuk *Stockout*

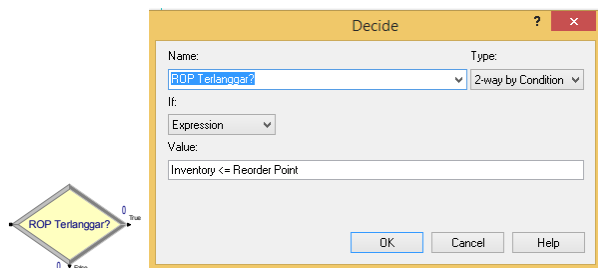
Sebagaimana yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, proses *stockout* terjadi jika permintaan obat $>$ persediaan sehingga obat yang diminta tidak dikeluarkan dan dilakukan perhitungan jumlah *stockout* dengan model sebagai berikut dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7. Logika *Stockout*

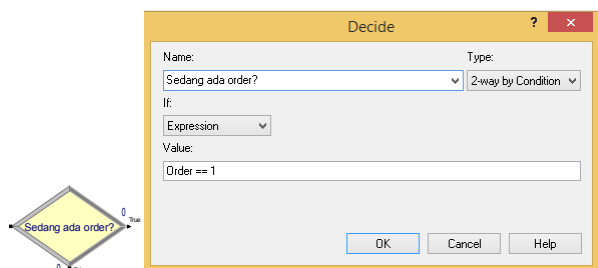
Perhitungan nilai *stockout* atau *lost demand* yaitu besarnya permintaan dikurangi dengan *inventory* yang ada pada saat permintaan datang. Hal ini dikarenakan perhitungan jumlah permintaan dalam sistem simulasi ini dilakukan per hari sedangkan permintaan obat dalam satu hari tidak hanya datang dari satu orang konsumen saja melainkan bisa dari beberapa konsumen yang jumlahnya tidak terbatas. Proses *stockout* ini dikeluarkan melalui modul **Assign**.

4. Model logika untuk pemesanan kembali
Proses pemesanan kembali dilakukan ketika posisi *Inventory* \leq *Reorder Point*. Langkah pertama yang dilakukan yaitu mengecek posisi persediaan dengan menggunakan modul **Decide**. Jika persediaan \leq ROP maka dilakukan order dengan modul **Assign**. Model

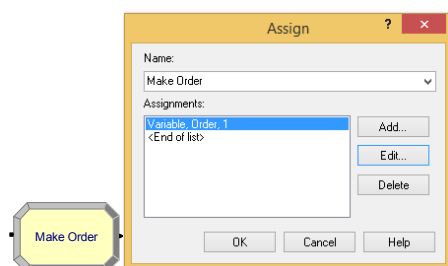
logika pemesanan kembali dapat dilihat pada model Gambar 8 sampai Gambar 12.



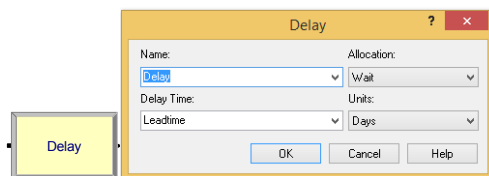
Gambar 8. Logika pengecekan ROP terlanggar/tidak



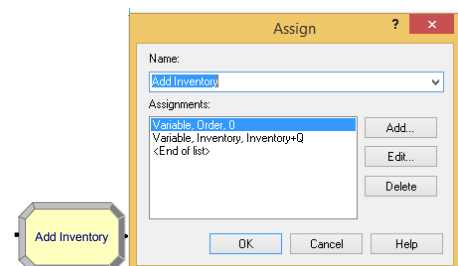
Gambar 9. Logika pengecekan sedang ada order/tidak



Gambar 10. Logika Order



Gambar 11. Logika Delay



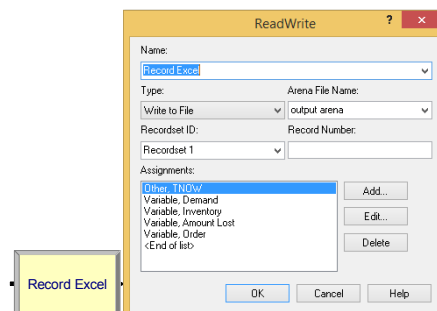
Gambar 12. Logika penambahan Inventory

Gambar 12 menjelaskan proses pemesanan kembali untuk persediaan obat yang berada dibawah titik *reorder point* dengan

menggunakan modul **Decide**. Pemesanan kembali dilakukan dengan modul **Assign**. Setelah dilakukan pemesanan kembali, maka pesanan akan sampai 3 hari setelah pemesanan. Proses menunggu ini dilakukan pada modul **Delay**. Jika pesanan sudah sampai maka akan dilakukan penambahan *inventory* sebanyak pemesanan optimal dan ini dilakukan oleh modul **Assign**. Setelah semua proses dilakukan maka akan diakhiri dengan modul **Dispose**.

5. Model logika untuk me-record hasil simulasi ke Microsoft Excel

Proses ini merupakan hasil dari Arena® yang akan disimpan pada Microsoft Excel. Microsoft Excel akan menyimpan data sesuai dengan apa yang kita inginkan pada Arena®. Salah satu contoh data yang akan disimpan pada Microsoft Excel yaitu data waktu antar kedatangan permintaan obat dan data permintaan obat setiap harinya. Modul yang digunakan untuk proses ini yaitu modul **ReadWrite** yang ada pada Arena®. Proses penggunaan modul **ReadWrite** dapat dilihat pada model Gambar 13.



Gambar 13. Proses ReadWrite

Gambar 13 menjelaskan bahwa Microsoft Excel akan menyimpan data waktu antar kedatangan permintaan, jumlah permintaan, posisi *inventory*, jumlah *stockout* untuk setiap harinya serta kapan akan dilakukan pemesanan kembali.

D. Verifikasi

Verifikasi merupakan langkah untuk mengetahui apakah model simulasi komputer yang telah dibangun dapat berjalan sesuai dengan spesifikasi model yang diinginkan.

Proses verifikasi dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Melakukan *debugging* terhadap program simulasi yang telah dibuat untuk mendeteksi kesalahan-kesalahan yang terdapat dalam konfigurasi program. Proses ini pada software Arena® dilakukan dengan mengaktifkan tombol

check (v). Jika terdapat kesalahan dalam konfigurasi program, maka secara otomatis akan keluar peringatan yang berisi laporan kesalahan (*error massege*) dari beberapa konfigurasi program dan selanjutnya harus dilakukan perbaikan terhadap konfigurasi program.

2. Verifikasi selanjutnya dilakukan terhadap model yang telah dibuat dengan *input* nilai konstan terhadap nilai distribusi sebenarnya yaitu nilai distribusi antar kedatangan dan distribusi permintaan untuk masing-masing obat. Setelah dilakukan *input* nilai konstan terhadap model simulasi, ternyata nilai yang dikeluarkan oleh model sama dengan nilai konstan yang diberikan. Dengan kata lain, model simulasi yang telah dibangun sudah terverifikasi.
3. Verifikasi juga dapat dilakukan dengan mengamati animasi selama program berjalan. Melalui animasi dapat dilihat bagaimana mekanisme dari model selama periode waktu

simulasi. Di sini dapat diketahui apakah program sudah dapat berjalan dengan logika dan spesifikasi yang diinginkan. Animasi dapat berupa tampilan grafik atau angka-angka yang menunjukkan nilai suatu variabel selama periode waktu tertentu.

E. Validasi Model

Ada beberapa pendekatan yang digunakan dalam melakukan validasi terhadap model simulasi yaitu sebagai berikut.

1. Model kotak hitam (*Black Box Validation*)

Validasi ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil simulasi dengan hasil peformansi sistem nyata. Nilai yang menjadi parameter perbandingan adalah frekuensi permintaan dan jumlah permintaan untuk masing-masing obat selama satu tahun. Perbandingan *output* model simulasi dengan hasil peformansi sistem nyata dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Perbandingan Hasil Sistem Nyata dengan Simulasi

| No | Frekuensi Permintaan | | Total Permintaan | |
|----|----------------------|----------|------------------|----------|
| | Sistem Nyata | Simulasi | Sistem Nyata | Simulasi |
| 1 | 206 | 209 | 3730 | 4000 |
| 2 | 193 | 176 | 3836 | 3881 |
| 3 | 232 | 241 | 4114 | 4089 |
| 4 | 192 | 191 | 3134 | 3647 |
| 5 | 212 | 218 | 4872 | 5487 |
| 6 | 203 | 218 | 2391 | 2349 |
| 7 | 154 | 141 | 2580 | 2565 |

Validasi tahap ini juga dilakukan dengan uji T untuk membandingkan nilai rata-rata antara *output* simulasi dengan sistem nyata. Pada uji T ini asumsi yang digunakan adalah bahwa variansi kedua sampel sama. Hipotesa awal yang diuji adalah bahwa kedua populasi memiliki nilai rata-rata yang sama sedangkan hipotesa tandingannya adalah kedua populasi mempunyai nilai rata-rata yang tidak sama.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

Proses validasi model simulasi dilakukan pada data *ouput* untuk ke 85 jenis obat yang diteliti. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Pair-sample T Test* yang terdapat pada *software* SPSS. Hasil pengujian dengan menggunakan uji T dapat dilihat pada Gambar 14 dan Gambar 15.

| Paired Samples Test | | | | | | |
|---------------------|-----------------|---|-----------|------|----|-----------------|
| Paired Differences | | | | | | |
| Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference | | t | df | Sig. (2-tailed) |
| | | Lower | Upper | | | |
| 389.45483 | 42.24231 | -56.34464 | 111.66228 | .655 | 84 | .514 |

Gambar 14. Hasil *Pair-sample T Test* untuk Validasi Frekuensi Permintaan

| Paired Samples Test | | | | | | |
|---------------------|-----------------|---|----------|------|----|-----------------|
| Paired Differences | | | | | | |
| Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference | | t | df | Sig. (2-tailed) |
| | | Lower | Upper | | | |
| 298.76688 | 32.40582 | -45.04252 | 83.84252 | .599 | 84 | .551 |

Gambar 15. Hasil *Pair-sample T Test* untuk Validasi Jumlah Permintaan

Hipotesa nol diterima jika nilai T hitung kurang dari atau sama dengan nilai T tabel, atau nilai *significance level* nya lebih dari nilai alpha. Dari Gambar 14 dan Gambar 15 di atas dapat diketahui bahwa nilai *significance level* lebih besar dari *alpha* (0,05). Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa hipotesa nol diterima dan dinyatakan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata antara hasil simulasi dengan hasil observasi sistem nyata. Kesimpulan ini menunjukkan bahwa model simulasi valid dan dapat digunakan sebagai representasi sistem dalam melakukan analisa peformansi sistem.

2. Model Kotak Putih (*White Box Validation*)

Metode ini dilakukan untuk memastikan bahwa detail-detail yang terdapat dalam model simulasi sama dengan detail-detail yang terdapat dalam sistem. Beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dalam *White Box Validation* adalah sebagai berikut:

a. Distribusi Input

Input yang digunakan dalam model ini terdiri dari data deterministik dan stokastik. Penentuan nilai distribusi digunakan untuk data yang bersifat stokastik yang menggambarkan sifat ketidakpastian data dari sistem tersebut. Data input yang bersifat stokastik tersebut antara lain data jumlah permintaan dan waktu antar kedatangan obat per hari untuk masing-masing jenis obat. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa untuk distribusi kedua data stokastik tersebut digunakan distribusi diskrit.

b. Logika Statis

Aturan yang berlaku untuk logika statis dalam simulasi diskrit adalah *If* (Kondisi) *Then* (Aksi). Pada model simulasi sistem persediaan obat di apotek Rumah Sakit X

ini, logika statis yang digunakan adalah pada *event* pengeluaran obat yang disebabkan karena adanya permintaan. Dimana terdapat 2 kondisi yaitu sebagai berikut.

- 1) Jika permintaan obat \leq persediaan maka obat akan dikeluarkan sebanyak permintaan
- 2) Jika permintaan obat $>$ persediaan maka obat yang diminta akan mengalami *stockout*

c. Logika Dinamis

Kemampuan model simulasi untuk dapat menirukan perilaku dinamis sistem nyatanya secara keseluruhan menunjukkan bahwa model dapat mewakili sistem nyata. Beberapa cara yang digunakan untuk melihat perubahan variabel dan *state* yang terjadi selama simulasi berjalan adalah dengan menggunakan tabel, grafik, atau ikon-ikon tertentu pada model. Logika dinamis untuk model sistem persediaan obat ini dapat dilihat pada tampilan animasi selama *running* simulasi. Dari tampilan animasi pada model ini dapat dilihat pergerakan *entity* melewati sistem dari waktu ke waktu. Selain itu, pada tampilan grafik dapat dilihat perubahan nilai peformansi sistem selama simulasi berjalan. Berdasarkan logika dinamis, model ini juga sudah dapat mewakili sistem nyata.

F. Evaluasi Ketiga Metode Persediaan dengan Simulasi

Evaluasi ini dilakukan untuk mendapatkan metode terbaik dari ketiga metode persediaan yang telah dibahas sebelumnya. Pemilihan metode terbaik disini berdasarkan nilai *service level* tertinggi dan *total cost* terendah. Hasil dari evaluasi untuk ketiga metode persediaan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil Evaluasi dengan Simulasi

| Evaluasi | | | | |
|----------------------|-----------|------------------|------------------|------------------|
| | | EOQ | JR | Qr |
| Stockout | | 16502 | 12996 | 13719 |
| Service Level | Max | 100% | 100% | 100% |
| | Rata-rata | 93% | 96% | 95% |
| | Min | 82% | 82% | 80% |
| Total cost | | Rp295,515,866.79 | Rp141,035,712.50 | Rp250,276,707.01 |

Tabel 8 menunjukkan hasil evaluasi dari 85 obat untuk masing-masing metode dengan simulasi. Nilai *stockout* dan *total cost* merupakan hasil dari penjumlahan untuk 85 obat, sedangkan nilai *service level* merupakan nilai rata-rata dari 85 obat yang diteliti. Tabel ini juga menjelaskan bahwa metode terbaik untuk perencanaan kuantitas persediaan obat di apotek Rumah Sakit X terdapat pada metode *Joint Replenishment* dimana sistem yang menggunakan metode *Joint Replenishment* memiliki jumlah obat yang *stockout* paling kecil sehingga nilai *service level*-nya tertinggi dan *total cost*-nya terendah dari ketiga metode diatas.

terpilih yang memiliki nilai *service level* tertinggi dan *total cost* terendah adalah metode *Joint Replenishment*.

Berdasarkan hasil evaluasi dengan pendekatan simulasi menunjukkan bahwa metode *Joint Replenishment* (JR) memiliki *total cost* terendah dan *service level* tertinggi yaitu sebesar Rp 141.035.712,50 dan 96% sedangkan untuk metode EOQ nilai *total cost* Rp 295.515.866,79 dan *service level* sebesar 93%, untuk metode Sistem (Q,r) nilai *total cost* Rp 250.276.707,01 dan *service level* sebesar 95%. Hasil analisis sensitivitas pada pendekatan simulasi ini juga menunjukkan bahwa metode terpilih adalah metode *Joint Replenishment*.

G. Analisis Pemilihan Metode

Pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa metode JR memiliki jumlah obat yang *stockout* paling kecil sehingga nilai *service level*-nya tertinggi diantara ketiga metode tersebut dan *total cost*-nya terendah dari ketiga metode diatas. Hasil yang diberikan dengan menggunakan perhitungan *Microsoft Excel* dan juga menggunakan simulasi tetap sama sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa metode yang sebaiknya digunakan untuk menentukan kuantitas persediaan obat pada apotek Rumah Sakit X yaitu menggunakan metode *Joint Replenishment*.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Berdasarkan hasil perhitungan kebijakan persediaan dan konsekuensi nilai *service level* dan *total cost* didapatkan bahwa nilai *total cost* untuk metode EOQ menghasilkan nilai sebesar Rp 367.960.003,39 dan *service level* 92%, metode *Joint Replenishment* menghasilkan nilai *total cost* Rp 281.993.843,00 dan *service level* 98%, dan metode Sistem (Q,r) menghasilkan *total cost* Rp 381.678.706,97 dan *service level* 95%. Hasil dari analisis sensitivitas berdasarkan pendekatan matematis juga menunjukkan bahwa metode

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bahagia, N. (2006). Sistem Inventori. Bandung: ITB
- [2] Rangkuti, F. (2007). Manajemen Persediaan: Aplikasi di Bidang Bisnis. Jakarta: PT. Raja Grafindo.
- [3] Tersine, R. J. (1994). Principles of Inventory and Materials Management, 4th ed. New Jersey: Prentice Hall.
- [4] Jonrinaldi, Rahman, T., Henmaidi, Wirdianto, E. & Zhang, D. Z. (2018) A Multiple Items EPQ/EOQ Model for a Vendor and Multiple Buyers System with Considering Continuous and Discrete Demand Simultaneously. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 319 012037.
- [5] Santosa, B. (2017). Penentuan Kebijakan Persediaan Obat Menggunakan Metode *Joint Replenishment* Untuk Meningkatkan Service Level Pada Depot Farmasi Rumah

Sakit XYZ Bandung. Jurnal Program Studi Teknik Industri Fakultas Rekayasa Industri. Universitas Telkom. Vol (4) No. 1.

- [6] Satria, A. (2013). Penerapan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Probabilistik Menggunakan Model pada Pengendalian dan Persediaan Obat Antinyeri Mefinal 500mg. Jurnal Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Vol (4) No. 1.
- [7] Fogarty, D. W. BlackStone J. H. Jr. and Hoffman T. R.. (1991). Production and Inventory Management. South-Western Publishing Co, Cincinnati, Ohio.
- [8] Ernawati, Y. dan Sunarsih. (2008). Sistem Pengendalian Persediaan Model Probabilistik Dengan “Back Order Policy”. Jurnal Ilmiah Fakultas MIPA UNDIP. Vol (11) No. 2.

NOMENKLATUR

A : nilai permintaan tahunan seluruh item
 Cu : biaya kekurangan persediaan (Rp)
 D : permintaan pertahun (unit)
 F : fraksi biaya penyimpanan per tahun (%)
 H : biaya penyimpanan per unit per tahun
 L : Leadtime
 M : Permintaan selama leadtime
 N : jumlah kekurangan produk
 P : biaya pembelian per unit (Rp/unit)
 Q : lot size or order quantity in units
 r : Reorder Point/Titik pemesanan Kembali
 s : biaya pemesanan per pesanan

SL : Service Level

T : interval pemesanan (tahun)

TC : total biaya persediaan tahunan (Rp)

Qs* : nilai pesanan optimal dalam satuan uang

QSi* : nilai pesanan optimal per item dalam satuan uang

Qs* : kuantitas pemesanan optimal per item dalam unit

Biodata Penulis

Eri Wirdianto memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, dan Master of Science dari University of Bradford, UK. Ia bekerja sebagai dosen di Jurusan Teknik Industri Universitas Andalas sejak 1998 sampai sekarang. Bidang penelitiannya adalah simulasi, riset operasi, statistika, dan sistem distribusi dan transportasi dalam lingkup perancangan dan optimasi sistem industri.

Meiyola Syaflinda menyelesaikan pendidikan sarjana di Jurusan Teknik Industri Universitas Andalas. Ia adalah asisten di Laboratorium Perancangan dan Optimasi Sistem Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Andalas dari tahun 2016 – 2018.

Milana memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Industri, Universitas Andalas. Gelar MSc dan PhD diperolehnya dari University of Bradford, UK. Ia bekerja sebagai dosen di Jurusan Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang sejak 2008 sampai sekarang. Bidang penelitiannya adalah manajemen industri, *knowledge management*, dan *Knowledge-Based/Expert System* dalam lingkup optimasi sistem industri.

